Qualidade em Instalações de Aquecimento Solar

Boas práticas

apresentação

Este trabalho é sobre uma das ações que podemos fazer no curto prazo. Falamos do uso de tecnologias que já estão disponíveis no mercado para reduzir nossa demanda e consumo de energia: os aquecedores solares.

O Sol tem um papel fundamental em nossas vidas. Além de luz e calor, ele fornece anualmente quinze mil vezes mais energia do que a consumida por toda população mundial, sem contar a que armazena de maneira natural na superfície terrestre, nas águas e na vegetação.

São inúmeras as formas de aproveitar a energia solar, entre as quais destacamos o aquecimento solar de água, que é a mais madura entre as tecnologias renováveis. Suas aplicações já estão comprovadas há várias décadas e nos mais de 235 milhões de metros quadrados de coletores solares instalados em todo o mundo ao final de 2008, segundo informações da Agência Internacional de Energia. Encontramos desde sistemas de aquecimento de água para uso residencial até sistemas usados em instalações comerciais e industriais, nos quais o calor captado pelos coletores solares pode ser utilizado para aquecer ou pré-aquecer fluidos, como água, óleo, ar e outros, atendendo às grandes demandas de calor para uso sanitário, calefação de ambientes, secagem, climatização de ambientes e geração de energia elétrica, entre outras possibilidades.

Mesmo com tamanha história de sucesso, às vezes são detectados vários erros. Mas a reunião de boas práticas tem gerado um processo de contínuo aprendizado. Projetar, instalar e usar um aquecedor solar é uma tarefa relativamente simples, mas exige atenção a certos fatores que garantem sua confiabilidade e desempenho. Escolher um sistema de aquecimento solar adequado ao clima local e instalá-lo corretamente, utilizando componentes de qualidade, resultará no aproveitamento da energia renovável e gratuita do Sol por mais de vinte anos. Por isso os aquecedores solares são ótimos investimentos.

Grande parte da extensão territorial do Brasil se encontra entre o trópico de Capricórnio e o Equador, o que favorece a utilização dos aquecedores solares. Seu uso começou nos anos 70 e ao final de 2008 cerca de 4,5 milhões de m^2 de coletores solares estavam instalados no Brasil. A indústria brasileira vem se desenvolvendo e se tornando uma referência mundial em resposta ao mercado de aquecimento solar, que vem crescendo de forma vigorosa nos últimos anos, motivado principalmente pelos custos elevados das tarifas de energia elétrica e de gás e pela opção mundial pelo crescente uso de fontes renováveis de energia, mais justas social, econômica e ambientalmente. Além disso, os aquecedores solares são tecnologia obrigatória em vários países e cidades por todo o mundo.

Diferentes setores da sociedade brasileira já utilizam os aquecedores solares de água e seu potencial de uso é ainda maior. Ao final de 2008, somente 1,8% das residências brasileiras possuíam aquecedores solares instalados, enquanto em sociedades de países como Israel e Chipre, mais de 95% das residências já usam a tecnologia.

Para contribuir com o sucesso do aquecimento solar no Brasil e para viabilizar esta publicação, o Instituto Brasileiro do Cobre (Procobre), a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava), a Agência de Cooperação Técnica Alemã (GTZ) e o Instituto Ekos Brasil reuniram seus esforços na criação deste trabalho pioneiro sobre a qualidade nas instalações de aquecimento solar de água. É incontestável que o aquecimento solar se tornará uma das principais tecnologias renováveis no Brasil e pensar como favorecer uma produção com qualidade crescente dos produtos e serviços oferecidos à sociedade faz parte do caminho.

Boa leitura!

Os editores.

São Paulo, dezembro de 2009

- *Para conhecer melhor a indústria brasileira de aquecedores solares, visite o site www.dasolabrava.org.br.*
- *Para saber mais sobre políticas e incentivos ao aquecimento solar, visite o site www.cidadessolares.org.br.*

índice

Residências unifamiliares

Habitações de interesse social

Edifícios de apartamentos

Hotéis

Motéis

Hospitais

Indústrias

O sistema de aquecimento solar e seus componentes

O que é sistema de aquecimento solar (SAS)

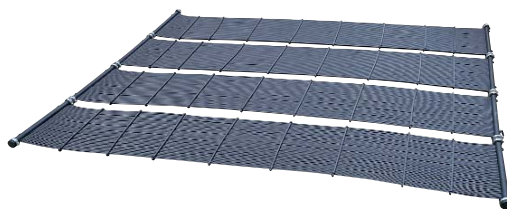
A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em sua NBR 15569 - "Sistemas de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto - Projeto e Instalação" define o sistema de aquecimento solar (SAS) por sistema composto por coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas que funciona por circulação natural ou forçada.

Consulte e use a Norma: *A NBR 15569 estabelece os requisitos para o sistema de aquecimento solar (SAS), considerando aspectos de concepção, dimensionamento, arranjo hidráulico, instalação e manutenção e nos quais o fluido de transporte é a água (www.abnt.org.br).*

Principais componentes do SAS:

1 - O coletor solar

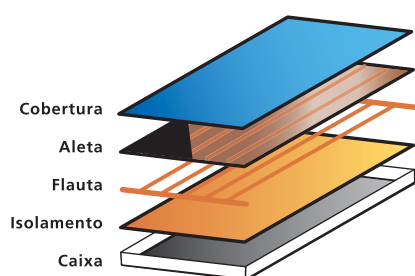
O coletor solar é o equipamento responsável por absorver a radiação solar aquecendo a água que circula em seu interior. Há uma grande variedade de modelos de coletores solares no mercado, como mostram as fotos:

Fechados planos

Abertos planos

Tubos de vácuo

A seleção dos coletores solares para uma instalação está diretamente relacionada à temperatura e aplicação do fluido aquecido. Os coletores abertos são mais utilizados para o aquecimento de piscinas e os fechados planos para fins sanitários. Já os tubos de vácuo, ainda pouco utilizados no Brasil, trabalham com maior eficiência quando as temperaturas são mais elevadas, como no aquecimento de água para processos industriais ou na geração de calor para refrigeração solar.

Os coletores solares devem ser capazes de operar nas faixas de pressão e temperatura especificadas em projeto ou declaradas pelo fabricante e dentro da vida útil para a qual foram projetados, incluindo resistência de exposição direta à radiação solar.

Atualmente os mais comercializados na grande maioria dos países são os coletores fechados planos, usados no aquecimento de água para fins sanitários, sendo capazes de atingir temperaturas superiores a 80ºC. Por isso foram escolhidos como foco deste trabalho.

O coletor solar plano fechado é de simples fabricação e é constituído por caixa externa, isolamento térmico, flauta (tubos de cobre), placa absorvedora (aletas pintadas de negro), cobertura transparente (o vidro é o mais usado) e vedação.

As tubulações por onde a água circula no coletor (flauta ou serpentina) são executadas em cobre devido às características do material de suportar altas temperaturas sem perder suas propriedades físicas e mecânicas.

Muitos fabricantes optam pelo uso do cobre nas aletas dos coletores devido à sua condutividade térmica e ao uso de modernos processos de fabricação.

O desempenho de um coletor solar está intimamente relacionado com o uso de superfícies de alta capacidade de absorção da radiação solar.

Condutividade térmica

Qualquer que seja a tipologia do coletor, para obter o máximo rendimento, a placa captadora (aletas + flauta) deve ceder rapidamente o calor recebido do sol para o fluido de trabalho. O cobre, devido a sua alta condutividade, é o material ideal para essa aplicação.

As vantagens térmicas do cobre pressupõem que placas mais finas deste material podem recolher o mesmo calor que placas mais grossas de outros metais e os tubos de cobre do coletor podem ser mais espaçados. A possibilidade de usar lâminas mais finas reduz o peso do coletor instalado sobre o telhado.

2 - O reservatório térmico

O reservatório térmico tem a função de armazenar e manter a água aquecida pelos coletores solares. Seu volume é geralmente muito próximo da demanda diária de água quente do edifício. O armazenamento é necessário justamente devido ao fato de que o horário de uso da água quente, principalmente em residências, acontece no final do dia ou início da manhã, ou seja, o sistema aquece água durante o dia e acumula volume suficiente para suprir os consumos da noite e do início da manhã, quando não há sol disponível.

Atualmente há uma grande variedade de modelos e tipos de reservatórios térmicos no mercado, mas podemos classificá-los em dois grandes grupos com relação ao material construtivo de seu corpo interno: metálicos ou plásticos.

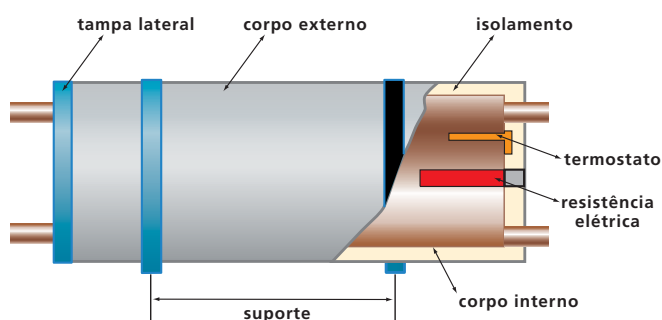
Reservatório Metálico

O reservatório térmico pode ainda ser classificado quanto:

Ao modo construtivo:

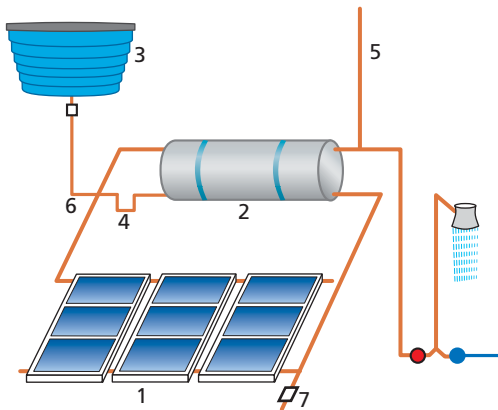
- Horizontal (o mais comum no Brasil);
- Vertical.

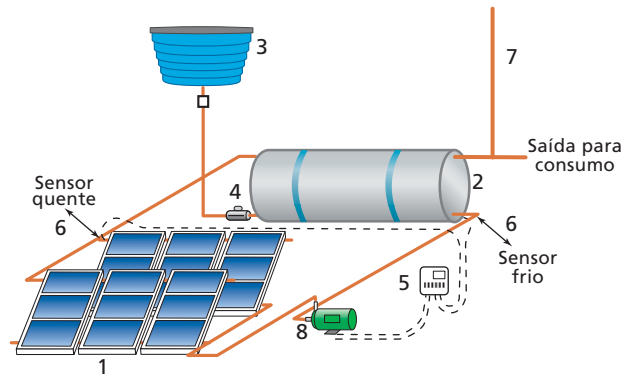
À pressão de operação:

- Baixa pressão;
- Alta pressão.

O reservatório térmico é constituído por corpo externo, isolamento térmico, corpo interno e tubulações, podendo apresentar em seu interior, quando necessário, um sistema de aquecimento auxiliar (resistência elétrica e termostato) e de proteção contra corrosão (anodos de sacrifício).

A seleção do material do corpo interno dos reservatórios térmicos está diretamente relacionada à qualidade da água disponível na instalação. Sempre verifique a qualidade da água antes de especificar o sistema de aquecimento solar.

3 - O sistema e princípios de funcionamento

Quanto à circulação da água, um sistema de aquecimento solar pode ser classificado de duas formas:

Termossifão ou circulação natural:

1- Coletores solares;
2- Reservatório térmico;
3- Caixa de água fria;
4- Sifão;
5- Respiro;
6- Alimentação de água fria com trecho de tubulação resistente a água quente;
7- Dreno.

Bombeado ou circulação forçada:

1- Coletores solares;
2- Reservatório térmico;
3- Caixa de água fria;
4- Válvula de retenção;
5- Controlador diferencial de temperatura;
6- Sensores de temperatura;
7- Respiro (ou válvulas de alívio de pressão);
8- Bomba hidráulica.

Termossifão ou circulação natural: neste tipo de sistema a água circula entre os coletores e o reservatório térmico somente pela força criada pelas diferenças de temperatura da água no circuito. A água quando aquecida fica mais leve (menos densa) e é empurrada pela água mais fria e mais pesada (maior densidade). Este tipo de sistema é autoregulado e quanto maiores os níveis de radiação solar, mais rápido a água circula através dos coletores solares.

Bombeado ou circulação forçada: neste tipo de sistema a água circula entre os coletores solares e o reservatório térmico pela força exercida por uma bomba hidráulica que é acionada sempre que o CDT (controlador diferencial de temperatura) detectar energia suficiente a ser captada pelo sol nos coletores.

Sistemas por termossifão são recomendados para instalações de pequeno porte (com volumes de armazenamento de até mil litros de água) e devem seguir recomendações técnicas apresentadas na página 18. Os sistemas por circulação forçada são utilizados sempre que as instalações forem de maior porte ou quando não é possível seguir estas recomendações técnicas, como apresentado na página 33.

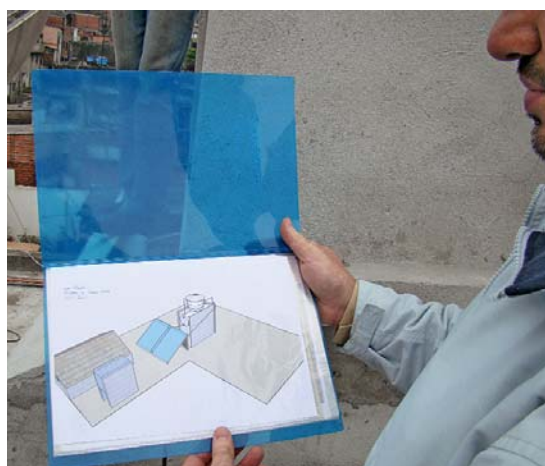
Verificações pré-instalação

Antes de começar a instalação do sistema de aquecimento solar é importante que sejam feitas algumas verificações e é neste momento que o instalador começa a ter um papel fundamental para garantir a qualidade e o funcionamento eficiente do sistema: ele deve verificar ou descrever os requisitos mínimos a cumprir durante a montagem do SAS.

Uma instalação de aquecimento solar de qualidade começa por uma visita técnica prévia à instalação do SAS e levantamento das características do local ou do projeto onde o sistema será instalado.

Cabe destacar que um sistema de aquecimento solar pode ser instalado tanto em obras antigas como em obras novas, cada uma exigindo cuidados específicos quanto a sua implantação.

Se a instalação se realiza com base em um projeto, todas as condições de montagem e execução dessa instalação devem estar especificadas e o instalador deve analisá-las com atenção.

É muito comum em obras de pequeno porte que a montagem do SAS não se realize com base em um projeto.

O Selo QUALISOL é uma garantia do consumidor com relação à qualidade dos serviços de instalação dos aquecedores solares. Garanta sua qualificação e a tranqüilidade dos consumidores.

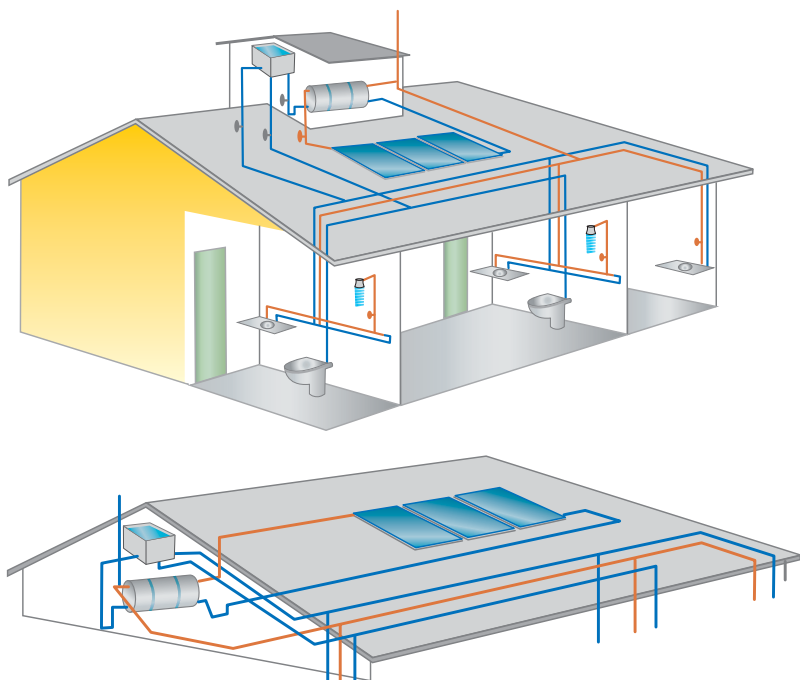
Ao chegar ao local da instalação confirme:

1. Se a edificação possui rede hidráulica de água quente adequada:

É fundamental que a obra possua um circuito hidráulico específico por onde a água quente irá circular.

Para a tubulação empregada nesse circuito secundário (circuito hidráulico que conduz água quente do reservatório térmico aos pontos de consumo), deve-se optar por um material que alie características como longa vida útil, ausência de manutenção, resistência à pressão de serviço e, em especial, suporte elevações e variações de temperatura.

No caso da edificação não possuir tubulação especifica para condução de água quente, esta deve ser prevista no projeto do sistema de aquecimento solar.

Em edifícios ou grandes edificações comerciais torna-se cada vez mais comum a obrigatoriedade da instalação das redes hidráulicas de água quente ainda na fase de projeto. Esta é uma boa prática que deveria ser seguida pelos construtores de todo o Brasil, pois permite que os usuários possam optar pelo aquecedor solar no futuro como principal sistema de aquecimento de água.

1- Em sistemas centrais de aquecimento, é boa prática prever anéis de recirculação da água quente para minimizar o tempo de espera e economizar água. Este anel de recirculação deve ser previsto no projeto hidráulico da edificação.
2- Nos sistemas de distribuição do circuito secundário é importante prever o isolamento térmico das tubulações para minimizar as perdas térmicas e aumentar a contribuição solar do sistema.

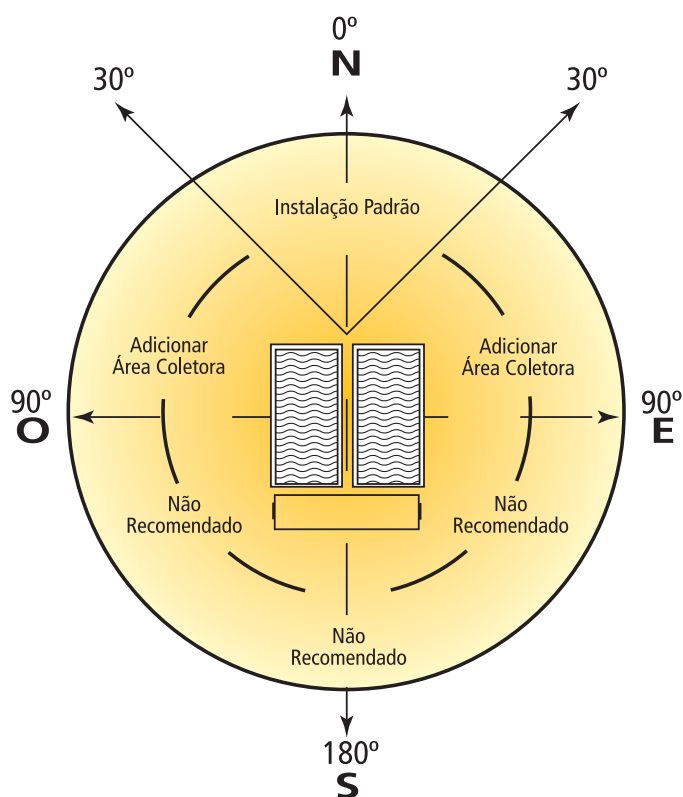
Para sua garantia e tranquilidade, é extremamente recomendável que tubos e conexões atendam às normas de produto e instalação expedidas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

2. Em qual telhado ou cobertura será instalado o sistema e sua adequação:

Um dos princípios de uma boa instalação exige que os coletores solares sejam posicionados de modo a receber a maior quantidade de horas de sol durante o ano. Para isto o bom instalador deve avaliar dois ângulos de instalação:

- Orientação
- Inclinação

Na maior parte do Brasil, os coletores devem ser orientados com a face voltada para o norte geográfico e a inclinação ser igual ou muito próxima à latitude da cidade. Para favorecer os meses de inverno adota-se o valor da latitude da cidade + 10°. É prática utilizar a própria inclinação do telhado, e no caso de coletores planos fechados nunca em inclinações inferiores a 10°.

Conforme mostra a figura abaixo, desvios do norte geográfico de até 30° não acarretam quedas significativas de desempenho do sistema de aquecimento solar, mas desvios maiores exigem um acréscimo do número de coletores para compensar as perdas de energia. Quanto maiores os desvios do norte geográfico, maiores as perdas nos períodos de inverno, que é justamente o período no qual as casas necessitam de mais água quente.

Lembre-se sempre de verificar se o telhado escolhido não possui algum obstáculo que possa vir a fazer sombra nos coletores solares, como árvores, edificações vizinhas, caixas de água, etc.

Para confirmar a posição dos coletores no telhado verifique se o projeto indica o norte geográfico. Caso não indique, você deve utilizar a bússola para se orientar.

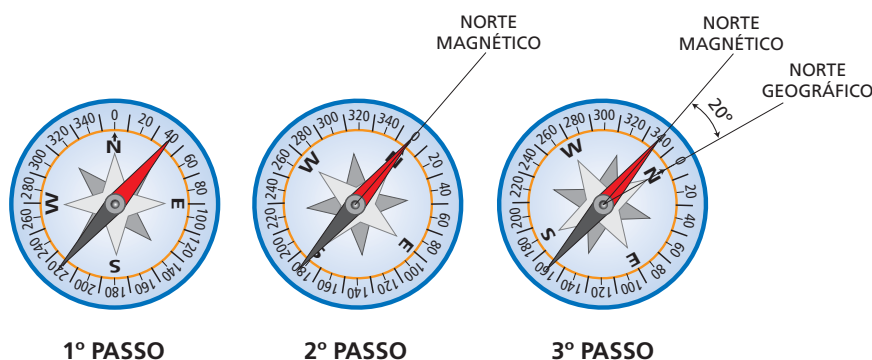
A bússola sempre indica o norte magnético, que possui um desvio em relação ao norte geográfico (que é o utilizado para posicionar os coletores solares). Este desvio apresenta um valor próximo a 20° como mostra a figura abaixo.

A inclinação dos telhados é expressa de duas formas distintas: em graus ou porcentagem. Consulte a tabela de equivalência entre graus e porcentagem (ao lado) para confirmar em quais condições você instalará o aquecedor solar.

Tabela de conversão de ângulos

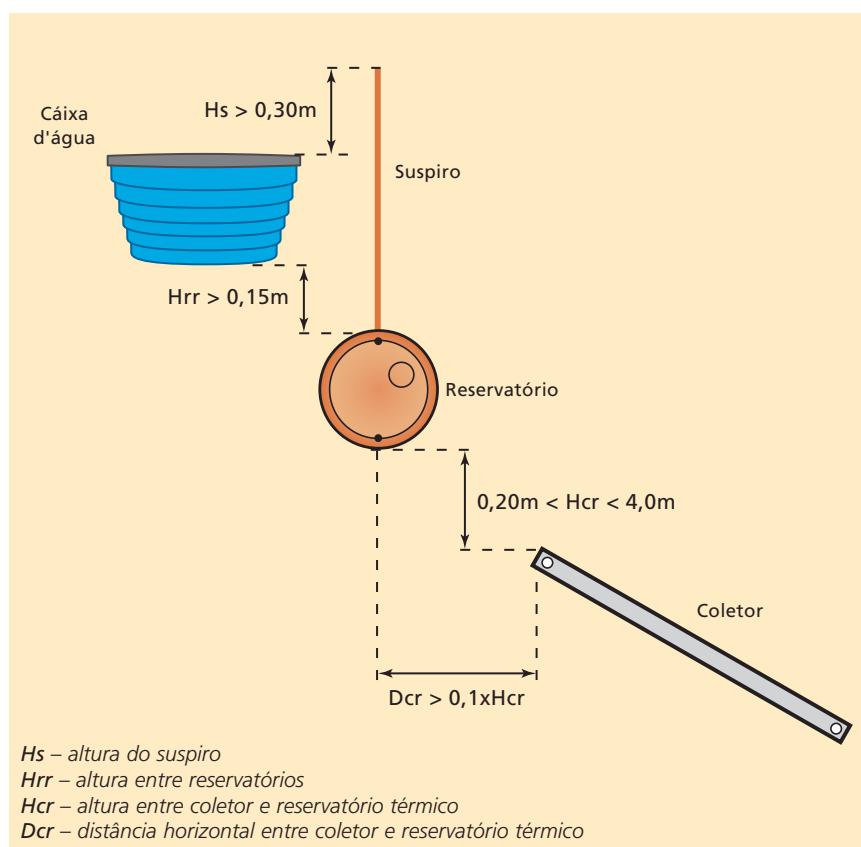
%	Graus	%	Graus	%	Graus	%	Graus
2%	1,1	28%	15,6	54%	28,4	80%	38,7
4%	2,3	30%	16,7	56%	29,2	82%	39,4
6%	3,4	32%	17,7	58%	30,1	84%	40,0
8%	4,6	34%	18,8	60%	31,0	86%	40,7
10%	5,7	36%	19,8	62%	31,8	88%	41,3
12%	6,8	38%	20,8	64%	32,6	90%	42,0
14%	8,0	40%	21,8	66%	33,4	92%	42,6
16%	9,1	42%	22,8	68%	34,2	94%	43,2
18%	10,2	44%	23,7	70%	35,0	96%	43,8
20%	11,3	46%	24,7	72%	35,8	98%	44,4
22%	12,4	48%	25,6	74%	36,5	100%	45,0

Os telhados ou coberturas devem ser avaliados com muito cuidado, pois são estes componentes que irão suportar os coletores solares e em, alguns casos, o reservatório térmico. Confirme com o projetista ou construtor se o telhado ou cobertura possui resistência estrutural suficiente para suportar o peso dos componentes da instalação de aquecimento solar.

3. Qual a forma de circulação da água no SAS:

Depois de avaliada qual a posição para instalação dos coletores no telhado é preciso confirmar qual será a forma de circulação da água prevista no projeto: circulação natural ou circulação forçada.

O sistema em termossifão é o mais recomendado sob os aspectos de funcionamento e manutenção, mas exige mais cuidados quanto aos desníveis e posicionamento dos componentes como mostra a ilustração abaixo.

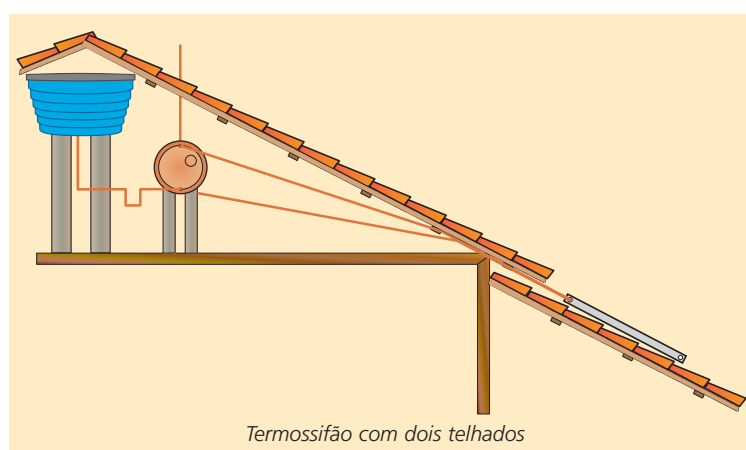
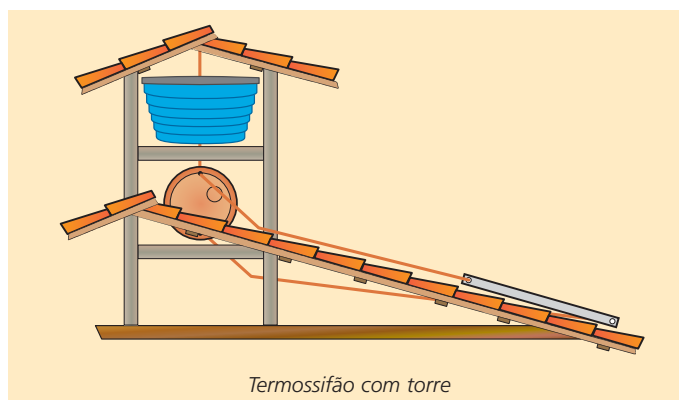
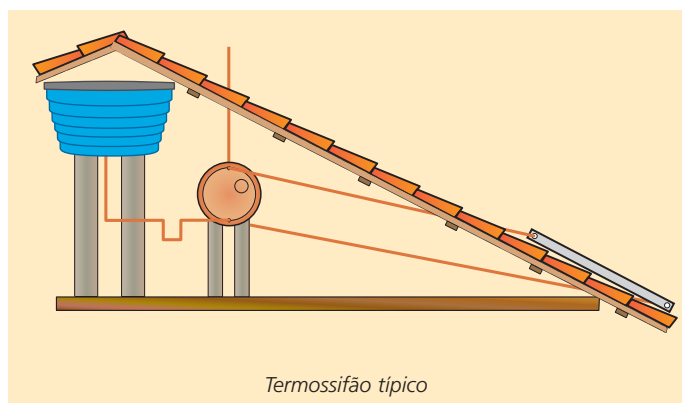
Sistemas em termossifão são recomendados para obras de pequeno porte até mil litros.

Os desníveis sugeridos garantem o melhor funcionamento da circulação natural, onde a água circula por diferença de densidade:

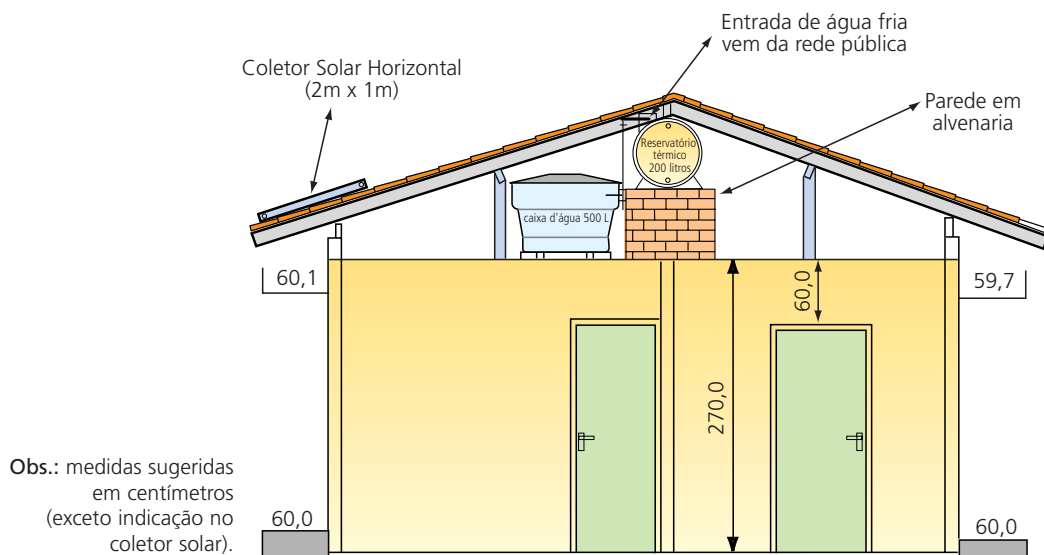
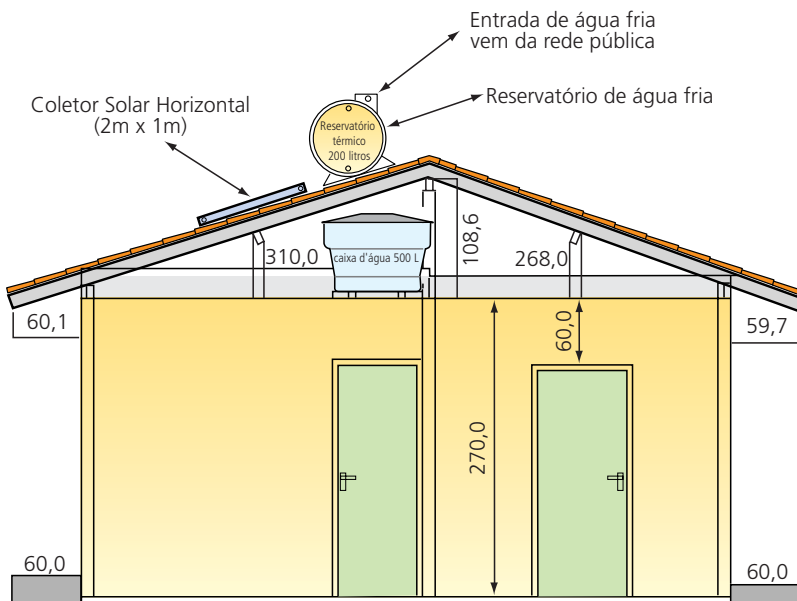
- *O desnível Hrr tem como função manter o reservatório térmico sempre cheio e define a pressão de operação do sistema.*
- *O desnível Hcr é o mais importante, pois permite o funcionamento do sistema e garante que a água não circule de forma reversa durante a noite.*
- *Neste tipo de instalação é importante utilizar o mínimo de tubos e conexões para reduzir a perda de carga. Confirme com o projetista o critério de cálculo utilizado.*

Caso não seja possível atender a estes parâmetros geométricos pode-se lançar mão de algumas alternativas construtivas como as construções tipo torre, telhados com maior inclinação ou instalação de caixa de água externa. Estas opções evidenciam ainda mais a importância de um bom projeto arquitetônico que facilite a instalação do sistema de aquecimento solar.

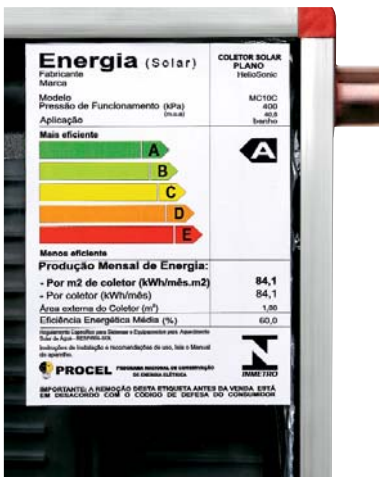
Termossifão típico

Termossifão com torre

Termossifão com dois telhados

Os sistemas de aquecimento solar por termossifão são comumente chamados de "sistemas convencionais" (quando o reservatório térmico está separado dos coletores solares) ou "sistemas compactos" ou "acoplados" (quando coletores e reservatórios térmicos fazem parte de um corpo único de instalação).

Sistemas compactos funcionam por termossifão e são muito adequados em habitações de interesse social pela facilidade de instalação, bom desempenho e baixa manutenção. Nas figuras a seguir ilustram-se duas formas de inserção do aquecimento solar funcionando por termossifão em habitações de interesse social.

Caso a altura do telhado, posição da caixa d'água e porte da instalação não permitam instalar esse tipo de sistema funcionando por termossifão, a solução é optar pela circulação forçada feita por uma bomba hidráulica e um controlador diferencial de temperatura e seus sensores.

4. Especificação dos componentes da instalação de aquecimento solar:

Coletores solares e reservatórios térmicos de qualidade normalmente apresentam etiqueta do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). Verifique se todos os produtos entregues na obra possuem esta etiqueta e o código de rastreabilidade. A etiqueta do INMETRO é fundamental, pois garante que o coletor solar e o reservatório térmico foram submetidos a rigorosos ensaios de qualidade e eficiência. Para o bom funcionamento de um sistema de aquecimento solar é muito importante uma boa instalação utilizando produtos de qualidade, testados e aprovados pelos organismos governamentais. Sempre verifique a especificação dos componentes fornecidos [1].

Etiqueta dos coletores solares

Etiqueta dos reservatórios térmicos

Códigos de rastreabilidade

Outra marca de qualidade é o Selo PROCEL. Quando o equipamento apresenta este selo significa que ele possui a classificação A, isto é, ele pertence à categoria dos equipamentos com maior eficiência.

Instalador qualificado sempre opta pela segurança e instala produtos etiquetados pelo INMETRO. Lembre-se de verificar a pressão de operação do reservatório térmico e se a mesma é compativel com o local de sua instalação. Existem reservatórios térmicos especificios para operar em baixas e altas pressões.

(1) A lista de todos produtos etiquetados no Brasil encontra-se somente nas páginas eletrônicas: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp - http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp

5. Disponibilidade dos itens de segurança e ferramentas necessárias à instalação:

Antes de começar a instalação do sistema, certifique-se que, além de todas as ferramentas, você possui todos os equipamentos de segurança (EPI - equipamento de proteção individual) necessários como capacete, óculos, protetor solar, luvas, roupa adequada, botas com solado antiderrapante, cinto de proteção, entre outros.

Esta verificação é muito importante pois economiza tempo na instalação além de aumentar a segurança dos profissionais.

6. Se os equipamentos estão armazenados corretamente e em bom estado:

É importante também verificar se existe algum dano físico nos coletores solares, nos reservatórios térmicos e nos demais componentes da instalação. No caso de danos, informar imediatamente o construtor e/ou fornecedor dos equipamentos.

Coletores e reservatórios térmicos apresentam garantia mínima contra defeitos de fabricação de cinco anos. Observe que o aquecedor solar é o único eletrodoméstico que possui garantia tão extensa de fábrica.

7. O transporte e manuseio adequado dos equipamentos:

Ao transportar e armazenar os equipamentos é preciso tomar alguns cuidados. Para não danificá-los, carregue o coletor solar somente pela sua caixa estrutural (não pela ponta dos tubos externos) e o reservatório pelas alças de transporte.

8. Se todos os materiais, tubos e conexões que serão utilizados estão disponíveis:

Na interligação dos coletores solares, reservatório térmico (RT) e caixa d´agua fria (conhecido como circuito primário) utilizar somente tubulações que suportem altíssimas temperaturas por longo período de tempo[1] e que possam ficar expostas às intempéries sem sofrer deformação.

Use somente tubos e conexões que atendam às normas de produto e instalação expedidas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

(1) Sistemas de aquecimento solar em cobre,bem instalados, apresentam vida útil superior a 20 anos.

Check-list de verificação pré-instalação

Ao chegar ao local confirme:

- ✓ *Se a edificação possui instalação hidráulica de água quente adequada.*
- ✓ *Em qual telhado ou cobertura será instalado o sistema e sua adequação.*
- ✓ *Qual a forma de circulação da água no SAS.*
- ✓ *A especificação dos componentes da instalação de aquecimento solar.*
- ✓ *A disponibilidade dos itens de segurança e ferramentas necessárias à instalação.*
- ✓ *Se os equipamentos estão armazenados corretamente e em bom estado.*
- ✓ *O transporte e o manuseio adequado dos equipamentos.*
- ✓ *Se todos os materiais, tubos e conexões que serão utilizados estão disponíveis.*

Este check-list é um ponto de partida para você iniciar uma instalação de aquecimento solar com qualidade. Desenvolva seu check-list pessoal até que consiga avaliar se foram detalhados todos os pontos que julgue importantes e lembre-se: não existe uma instalação de aquecimento solar padronizada. Cada obra tem suas peculiaridades e exige medidas e ações específicas.

O programa Qualisol do INMETRO, que faz a certificação da qualidade dos serviços de instalação de SAS, prevê a realização de auditorias de instalações realizadas em todo o Brasil. Estas auditorias farão a avaliação da qualidade do atendimento da empresa fornecedora, da qualidade da instalação dos produtos e da satisfação do consumidor. Quanto melhor e mais cuidadosa for a avaliação da pré-instalação, maiores as chances de sucesso na instalação do sistema de aquecimento solar que deve funcionar com o desempenho esperado e exigir o mínimo de manutenção.

Instalação passo a passo

A instalação de um sistema de aquecimento solar segue alguns passos importantes e que devem ser avaliados pelo instalador.

Passo 1 - Identificar local de instalação e posicionar corretamente o reservatório térmico (RT)

O local onde será instalado o reservatório deverá:

- Ser capaz de suportar seu peso cheio de água;
- Fornecer condições de manutenção facilitando o acesso ao local por meio de alçapões ou portas de visita;
- Prever a utilização de suportes de bases sólidas para a colocação dos reservatórios com a devida inclinação para saída de bolhas;
- Atender às medidas e alturas definidas no projeto para garantir o funcionamento do sistema.

Passo 2 - Instalar o reservatório térmico

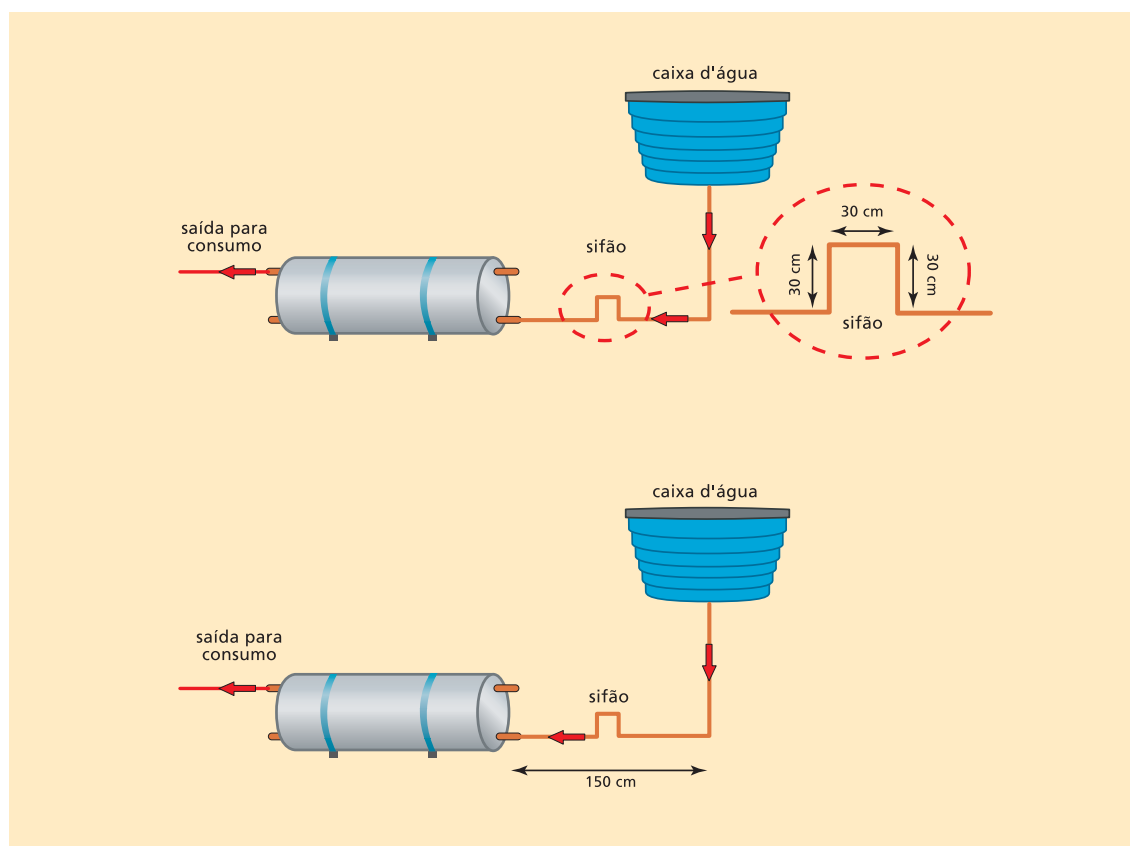
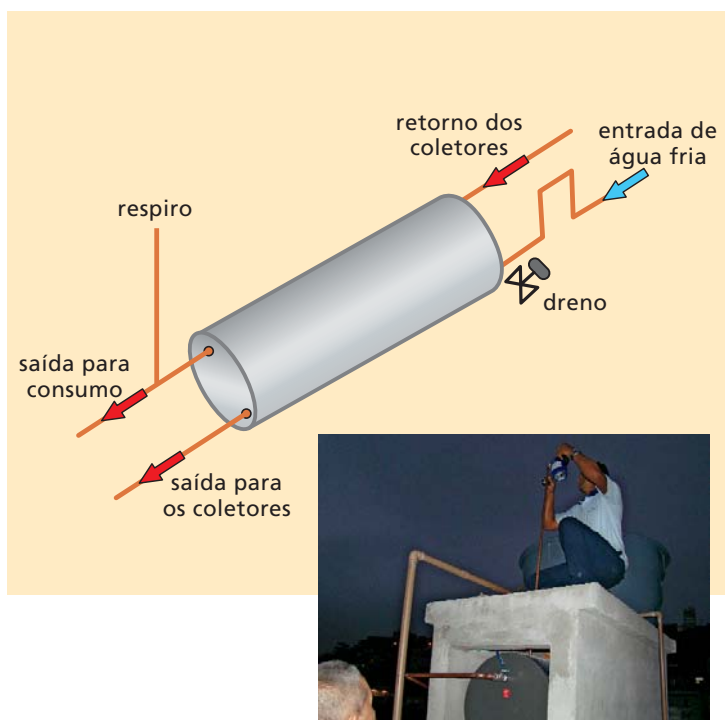
Conecte as entradas e saídas do equipamento lembrando-se dos seguintes aspectos:

Quando alimentado por gravidade, o reservatório térmico deve ser instalado com ramal de alimentação exclusivo proveniente da caixa de água fria.

O reservatório térmico não deve ser alimentado pela "água da rua", devido a variações constantes de pressão ao longo do dia.

Existem casos nos quais se deve considerar a utilização de dispositivos específicos que permitam ao reservatório térmico trabalhar em nível com a caixa de água fria: são os chamados reservatórios de nível.

Na alimentação de água fria oriunda da caixa d'água deve-se instalar um sifão que deve ter no mínimo 30 cm de altura para evitar que água quente retorne para a caixa d'água fria.

A alimentação de água fria do reservatório deve conter no mínimo 150 cm de tubulação anterior ao sifão. É recomendável que o material dessa tubulação seja em cobre ou material que suporte a alta temperatura do sistema.

Na saída para o consumo de água quente para a edificação deve-se instalar um respiro: sua instalação é de uso obrigatório e tem a função de deixar sair ar e vapor, aliviando a pressão do sistema e não permitindo que o reservatório seja submetido a pressões positiva ou negativa, o que poderia levar a um rompimento. O suspiro deve ter uma altura de 30 cm acima do nível da água na caixa d'água e ser executado com tubulação resistente a altas temperaturas e vapor d'água.

Quando são instalados dois ou mais reservatórios térmicos, cada um deverá ter o seu respiro independente.

Nas situações de instalação de reservatórios térmicos em alta pressão deve-se instalar:

- Válvula de alívio de pressão regulada para a pressão de trabalho do equipamento.
- Dispositivo quebra-vácuo, cujo objetivo é prevenir o colapso do reservatório térmico em caso de redução interna de pressão do equipamento.
- Válvula eliminadora capaz de eliminar ar e bolhas de vapor.

As entradas e saídas de água no reservatório térmico devem possuir registros de esfera ou gaveta e uniões para eventuais manutenções e reparos na instalação, excetuando-se em saídas para os dispositivos de segurança.

O dreno do reservatório deve ser conectado à uma tubulação que se conecte ao esgoto ou local apropriado para seu descarte.

Passo 3 - instalar corretamente os coletores solares

Os coletores solares devem ser instalados em locais ensolarados, acessíveis e o mais próximo possível do sistema de acumulação (reservatórios térmicos). Podem ser instalados em diferentes locais: em coberturas (telhados ou lajes) planas ou inclinadas, no solo ou em estruturas especialmente construídas para suportá-los, como pérgolas, coberturas para estacionamentos, etc).

A mais praticada no mercado é a instalação sobre o telhado (cobertura), na qual se pode empregar estruturas de apoio independentes, suportes de apoio fixados, apoio direto ou coletor solar integrado à cobertura.

É cada vez mais comum a instalação de sistemas de aquecimento solar em edifícios para suprir a demanda de água quente de todos os apartamentos. A instalação dos coletores solares pode ser realizada utilizando-se suportes metálicos ou sobre planos inclinados já previamente definidos no projeto arquitetônico.

Instalação sobre cobertura tipo laje plana

Instalação sobre cobertura tipo plano inclinado

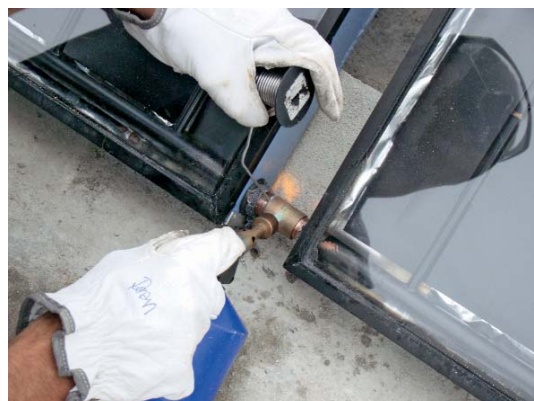
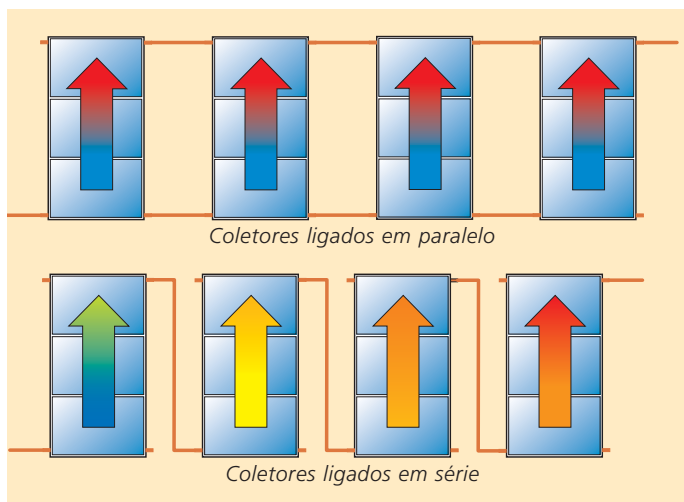
✓ *Em qualquer cobertura selecionada para a instalação dos coletores solares, esteja atento à resistência estrutural, assegurando-se que a mesma é capaz de resistir ao peso dos componentes.*

✓ *Na instalação de coletores solares, evite locais sujeitos à sombra (vegetação, edificações vizinhas, outros coletores solares, reservatórios térmicos, elementos arquitetônicos, etc).*

Quanto ao agrupamento, os coletores solares podem ser conectados em paralelo, em série ou combinando-se as duas formas.

Instalações com principio de funcionamento por termossifão sempre terão os coletores solares conectados em paralelo.

As formas de conexão entre coletores devem ser realizadas de forma que se garanta o equilíbrio hidráulico de todo o circuito conforme o projeto ou manual do equipamento. Em caso de dúvida, procure orientação técnica junto ao projetista e/ou fabricante.

O número máximo de coletores que podem ser conectados em paralelo e em série devem ser indicados pelo fabricante ou projetista.

✓ *Os elementos de fixação (chumbadores, elementos roscados, etc) dos coletores solares à edificação devem resistir a esforços do peso próprio dos coletores solares, dos tubos, demais acessórios do sistema e aos esforços oriundos da ação do vento.*

✓ *Os coletores solares devem ser protegidos de radiação solar enquanto estiverem a seco (sem água em seu interior), de forma a preservar suas características originais, de acordo com as especificações dos fabricantes.*

Deve-se instalar um sistema de dreno (registro de gaveta, esfera, torneira, etc) na parte inferior da bateria dos coletores solares.

Em instalações com mais de dois conjuntos de coletores interligadas em série, recomenda-se a instalação de uma válvula eliminadora de ar na saída da última bateria de coletores.

Passo 4 - Interligação entre coletores e reservatório (circuito primário)

Para interligação entre coletor e reservatório, o que chamamos de circuito primário, alguns cuidados devem ser tomados:

Tipo de material:

A seleção dos materiais das tubulações deve ser rigorosa. Neste circuito a água pode atingir temperaturas e pressões muito elevadas e o material escolhido deve suportar esta solicitação.

Dilatação:

Para realizar uma instalação de sistema de aquecimento solar é necessário levar em consideração que podem ocorrer dilatações e contrações das tubulações devido às variações de temperatura.

A tabela a seguir ilustra os diferentes coeficientes de dilatação térmica de alguns materiais empregados em instalações hidráulicas prediais:

Valores comparativos do coeficiente de dilatação térmica de diferentes materiais a 70ºC

Material da tubulação	Coeficiente médio de dilatação térmica linear (mm/m.ºC)	Valor comparativo de comprimento (ΔT=50ºC)%	Variação unitária
PPR (polipropileno)	0,150	12,0	0,75
PEX (polietileno reticulado)	0,140	11,2	0,70
CPVC (pvc para água quente)	0,0612	4,9	0,31
PPR com alma de alumínio	0,030	2,4	0,15
PEX com alma de alumínio	0,026	2,1	0,13
Cobre	0,0177	1,4	0,09
Aço zincado	0,0125	1,0	0,06

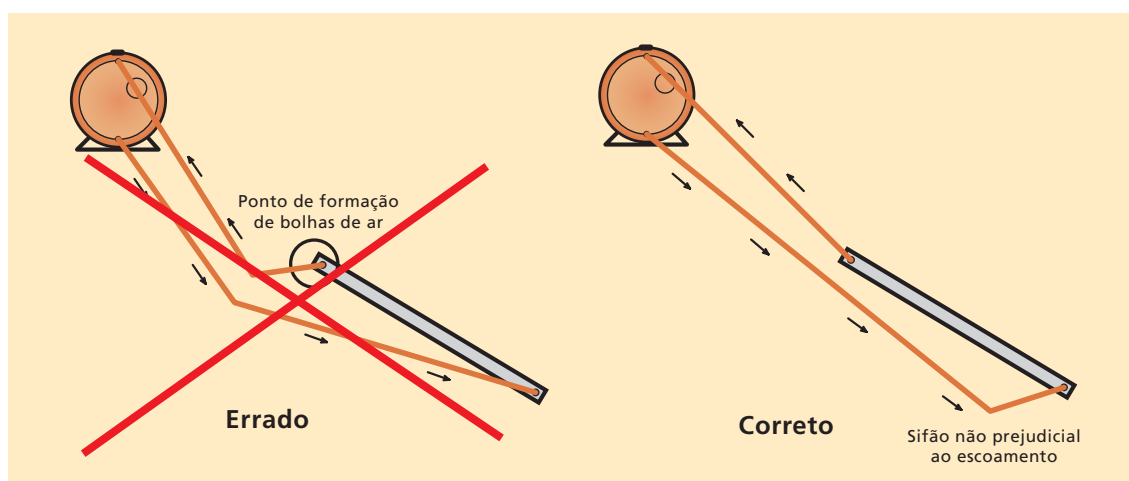
Fonte: Gnipper Engenheiros Associados, em revista TECHNE, edição 122, pg 53.

Mesmo os tubos plásticos próprios para a condução de água quente apresentam um coeficiente de dilatação térmica entre 3,5 a 8,5 vezes maior do que o coeficiente de uma tubulação equivalente em cobre.

A escolha do material da tubulação deve ser feita pelo projetista.

Cuidados especiais devem ser tomados nos projetos e durante a execução de redes de distribuição de água quente e interligação dos coletores solares, como a previsão de folgas para a movimentação térmica das tubulações em elementos para absorver essas movimentações, na forma de juntas de expansão ou por meio do próprio desenho do traçado.

***Boa prática:** para instalações em cobre, consulte a Norma ABNT / NBR 15345 – "Instalação Predial de Tubos e Conexões de Cobre e Ligas de Cobre – Procedimento"*

Para garantir o adequado funcionamento do SAS por termossifão, evitando o acúmulo de bolhas desprendidas no aquecimento da água e a consequente estagnação do fluido, é essencial que haja uma inclinação contínua e ascendente nas tubulações de saída e retorno da água do reservatório térmico ao coletor solar.

Passo 5 – Instalação de sensores, controladores, quadros de comando e das bombas hidráulicas

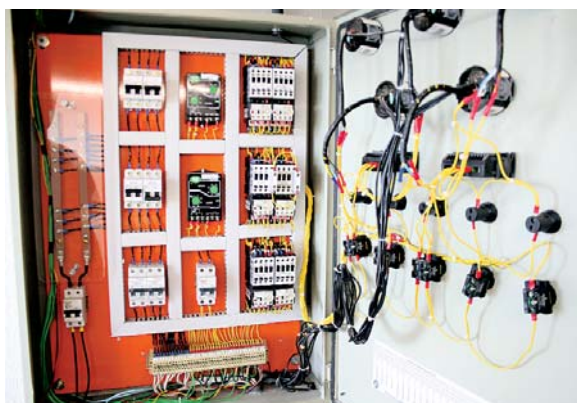
Caso não seja possível executar a circulação por termossifão, será necessário instalar uma bomba hidráulica para promover a circulação de água pelos coletores solares e reservatório.

Neste caso deve-se especificar a estratégia de controle utilizada, a posição dos sensores de temperatura e o esquema elétrico do sistema.

A instalação do sistema de controle deve atender aos seguintes pontos:

- O controle tem como objetivo maximizar o aproveitamento da energia solar e minimizar o consumo do sistema de aquecimento auxiliar;
- Estabelecer o limite máximo das temperaturas de operação do sistema;
- No circuito primário, o funcionamento normal das bombas é do tipo diferencial (controladores diferencias de temperatura - CDT), atuando em função da diferença de temperatura entre a saída da bateria dos coletores solares e do reservatório térmico.

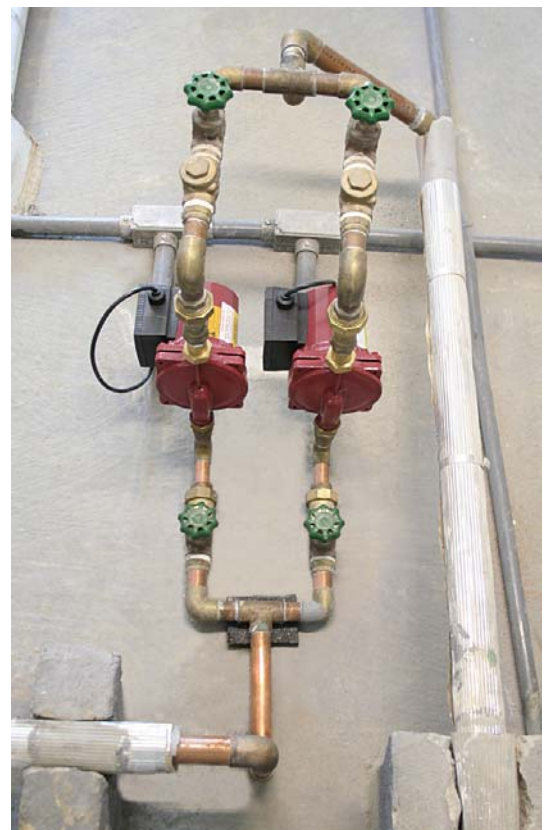
Lembre-se que em uma instalação de qualidade e segura os disjuntores, CDT, comandos, demais acessórios e equipamentos devem estar alojados em um quadro de comando e os cabos devem ser sempre conduzidos através de eletrodutos.

O quadro de comando do sistema, quando existente, deverá ser instalado em local de fácil acesso e visualização.

A instalação dos sensores de temperatura deve atender aos seguintes requisitos:

- Permitir leitura precisa da temperatura da água, seja no poço termométrico ou fixado diretamente nos tubos metálicos;
- Após posicionados, os sensores devem ser isolados termicamente e protegidos, garantindo que eles estejam lendo somente a temperatura da água e não a do ambiente onde estiverem;

O projeto do sistema de aquecimento solar deverá especificar a vazão da bomba, bem como as perdas de carga de todo circuito, informando tipo, modelo e características elétricas da bomba (figura circulação forçada - página 13).

A instalação das bombas hidráulicas deve atender aos seguintes requisitos:

- A bomba de circulação deve retirar a água do reservatório térmico e circular esta água através dos coletores solares antes de retorná-la ao reservatório térmico;
- As bombas hidráulicas utilizadas em sistemas de aquecimento solar, usualmente, são do tipo centrífuga com rotor em bronze, aço inoxidável ou outro material que suporte a temperatura e as propriedades físico-químicas do fluido que será bombeado;
- Uma válvula de retenção deve ser instalada após a saída da bomba de circulação;
- Utilizar válvulas de corte na entrada e saída das bombas para permitir sua manutenção;
- A bomba deve estar corretamente suportada em base ou estrutura adequadamente projetada, e a tubulação disposta de maneira a não permitir que a vibração seja transmitida aos elementos do SAS e à estrutura da construção;
- Em instalações de maior porte, recomenda-se a instalação de uma bomba reserva, garantindo assim o funcionamento ininterrupto do sistema em caso de manutenção ou defeito da bomba principal como pode ser vista na foto ao lado.

Passo 6 - Vedação

Nos pontos em que a tubulação atravessa a cobertura (telhado, laje, etc.) ou nas paredes, devem ser utilizados procedimentos que assegurem a sua perfeita vedação.

Passo 7 - Inspeção visual e verificação de falhas e vazamentos

O responsável pela instalação deve fazer uma verificação visual geral do SAS para assegurar que o sistema está completo e que todos os seus componentes foram adequadamente instalados.

Antes de instalar o isolamento térmico das tubulações é importante colocar o sistema em funcionamento por completo e deixar que funcione por algum tempo para verificar a existência de vazamentos ou possíveis falhas de instalação hidráulica. Detectado algum tipo de vazamento, fazer o reparo e repetir o teste.

Passo 8 - Instalação do isolamento térmico da instalação e acabamentos

Verificada toda a parte hidráulica do sistema, isole termicamente todas as tubulações da instalação. Para isolamentos externos (expostos às intempéries), deve-se instalar uma proteção para garantir maior durabilidade do isolante. Esta proteção pode ser executada em alumínio corrugado ou já fazer parte do material utilizado como mostra a figura.

O material mais utilizado e de fácil aplicação é o isolamento térmico flexível de polietileno expandido.

Isolamento interno

Isolamento externo

Independente do material das tubulações é imprescindível a utilização de isolantes térmicos em todo o trecho da instalação.

Passo 9 - Instalação ou interligação com o sistema de aquecimento auxiliar

Os sistemas de aquecimento solar, em geral, não atendem a 100% da demanda anual de água quente, pois em períodos muito chuvosos, de baixa radiação solar ou períodos com consumo excessivo (acima do dimensionado) seu desempenho é menor. Desta forma, para garantir a água quente durante todos estes dias, instala-se um sistema de aquecimento auxiliar.

Um bom projeto, um bom equipamento e uma boa instalação de aquecimento solar pode suprir cerca de 70% da demanda anual de água quente. Esta é a economia que o sistema proporciona ao usuário.

Tipos de sistemas de aquecimento auxiliar:

Para o aquecimento de água para uso sanitário, os sistemas de aquecimento auxiliar mais difundidos atualmente utilizam energia elétrica ou gás.

A - Elétrico

No Brasil, a maioria dos sistemas de aquecimento auxiliar para instalações de pequeno porte são elétricos. Dentro desse contexto, pode-se dividir os sistemas auxiliares elétricos em dois grupos: os aquecedores de passagem (a exemplo dos conhecidos chuveiros elétricos) e os aquecedores de acumulação (que usam resistências elétricas embutidas no reservatório térmico).

Os sistemas de apoio conhecidos como bombas ou trocadores de calor são cada vez mais utilizados em sistemas de maior porte.

Antes de iniciar a instalação da parte elétrica do reservatório, verifique as informações e instruções fornecidas pelo fabricante. Lembre-se sempre de seguir todas as normas de segurança para instalações elétricas, além de configurar o termostato na temperatura adequada [(1)].

B - Gás

O sistema de aquecimento auxiliar a gás vem sendo muito utilizado em residências de luxo e em instalações de médio e grande porte. Ao instalar esse tipo de sistema, é muito importante seguir todas as normas técnicas específicas expedidas pela ABNT, bem como observar os padrões de segurança e operação. Assim como no sistema auxiliar elétrico, o sistema auxiliar a gás pode ser de dois tipos: de passagem (aquecimento instantâneo) ou de acumulação

É importante verificar se o aquecedor a gás está preparado para receber água quente, uma vez que por ele irá circular água pré-aquecida armazenada no reservatório térmico.

(1) Para eficiência energética recomenda-se 40 a 42°C.

Passo 10 - Verificações pós-instalação e entrega da instalação ao usuário

Segundo a norma ABNT / NBR 15569 - Sistemas de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto - Projeto e Instalação, pelo menos os seguintes pontos devem ser inseridos no check-list de verificação pós-instalação:

- ✓ Correta instalação e ordem da interligação de coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), válvulas, registros, bomba(s), dispositivos de drenagem, tubulação e os demais componentes do SAS;
- ✓ Existência e correta instalação dos equipamentos de segurança tais como respiro, válvulas de segurança, válvulas de alívio de pressão;
- ✓ Correta posição de operação dos registros e válvulas do SAS (posição aberta / fechada / regulada).
- ✓ Verificação da não-existência de obstrução das tubulações de respiro ou dispositivos de alívio e de drenagem;
- ✓ Existência e correta instalação de isolamento térmico das tubulações do SAS, incluindo as devidas proteções contra a ação de intempéries e radiação ultravioleta quando exposto ao tempo;
- ✓ Vedação da cobertura nas interferências com as tubulações, elementos de fixação e demais componentes do SAS;
- ✓ Instalação de dispositivos elétricos conforme a norma ABNT / NBR 5410;
- ✓ Confirmação de que os dispositivos de alívio e de drenagem estejam interligados ou direcionados com redes de drenagem da edificação;
- ✓ Verificação de que os sistemas de controle estejam na posição automático e funcionando adequadamente. Os procedimentos de teste devem ser feitos conforme projeto e manual de operação.

Ao finalizar a instalação, devem ser entregues ao usuário os manuais de operação e manutenção, garantia do fabricante e o Certificado Qualisol. O Certificado Qualisol é a garantia que sua instalação foi executada por uma empresa qualificada[1] e tem uma garantia adequada.

O sistema de aquecimento solar, assim como qualquer produto de uma edificação, necessita de manutenções periódicas para que funcione com qualidade e garanta a maior eficiência e vida útil de seus componentes. Com ações simples e de baixíssimo custo, seu aquecedor solar pode durar mais de 20 anos, oferecendo uma grande economia de energia e dinheiro.

(1) Para encontrar a lista de empresas qualificadas visite as páginas eletrônicas: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbequalisol.asp ou http://www.qualisol.org.br/

Considerações finais

A garantia da utilização de boas práticas em uma instalação está diretamente ligada a três fatores fundamentais:

1 - Obediência às Normas Técnicas da ABNT de projeto e instalação:

- NBR 15569 – Sistema de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Projeto e Instalação.
- NBR 15345 - Instalação Predial de Tubos e Conexões de Cobre e Ligas de Cobre – Procedimento.

2 - Mão-de-obra qualificada:

- Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar (Selo Qualisol): programa em convênio com o Inmetro e Procel que tem por objetivo estabelecer os critérios para avaliação da conformidade para o serviço de qualificação de fornecedores de sistemas de aquecimento solar, por meio do mecanismo da etiquetagem, visando garantir a segurança, eficiência e durabilidade desses sistemas em todo o território brasileiro.

Fornecedor Qualificado em Aquecimento Solar
Qualisol Brasil

3 - Utilização de materiais de qualidade e normalizados.

Porque o cobre é o material mais utilizado nas instalações de energia solar térmica?

O uso do cobre em todo o sistema garantirá a máxima economia de energia e seu ótimo funcionamento.

- Suporta altíssimas temperaturas por longo espaço de tempo.
- Resiste a choques térmicos, contrações e dilatações próprias do sistema.
- Vida útil não condicionada à variação de ciclos de pressão e temperatura.
- Não sofre envelhecimento devido a sua exposição à luz solar.
- Baixa rugosidade interna, o que reduz o consumo de energia nas bombas de circulação.
- Sistema universal de conexões e emendas fácil de encontrar no mercado.
- Vida útil da instalação muitas vezes superior a do próprio imóvel.

- Tradição comprovada na condução de água quente.
- 100 % reciclável.
- O tubo de cobre proporciona proteção extra contra a presença de organismos patogênicos e o risco de enfermidades.

Em março de 2008 o cobre foi oficialmente reconhecido pela Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA - Environmental Protection Agency) como um agente antimicrobiano que reduz bactérias em superfícies secas.

Boas práticas para um adequado procedimento de soldagem dos tubos e conexões de cobre

A união entre tubos e conexões de cobre é bastante simples, realizada por meio de soldagem capilar.

O comprimento do tubo deve ser ideal, nem maior nem menor do que o necessário, evitando tensão e desalinhamento nas instalações.

Confira a metodologia para a execução de uma boa solda:

Corte o tubo no esquadro.
Escarie e tire as rebarbas.
Para facilitar use um "corta tubos" a frio.

Use palhinha de aço ou mesmo uma escova de fio para limpar a bolsa da conexão e a ponta do tubo.

Aplique uma fina camada de fluxo de solda (solúvel em água) na ponta do tubo e na bolsa da conexão, de modo que a parte a ser soldada fique completamente coberta por esse fluxo.

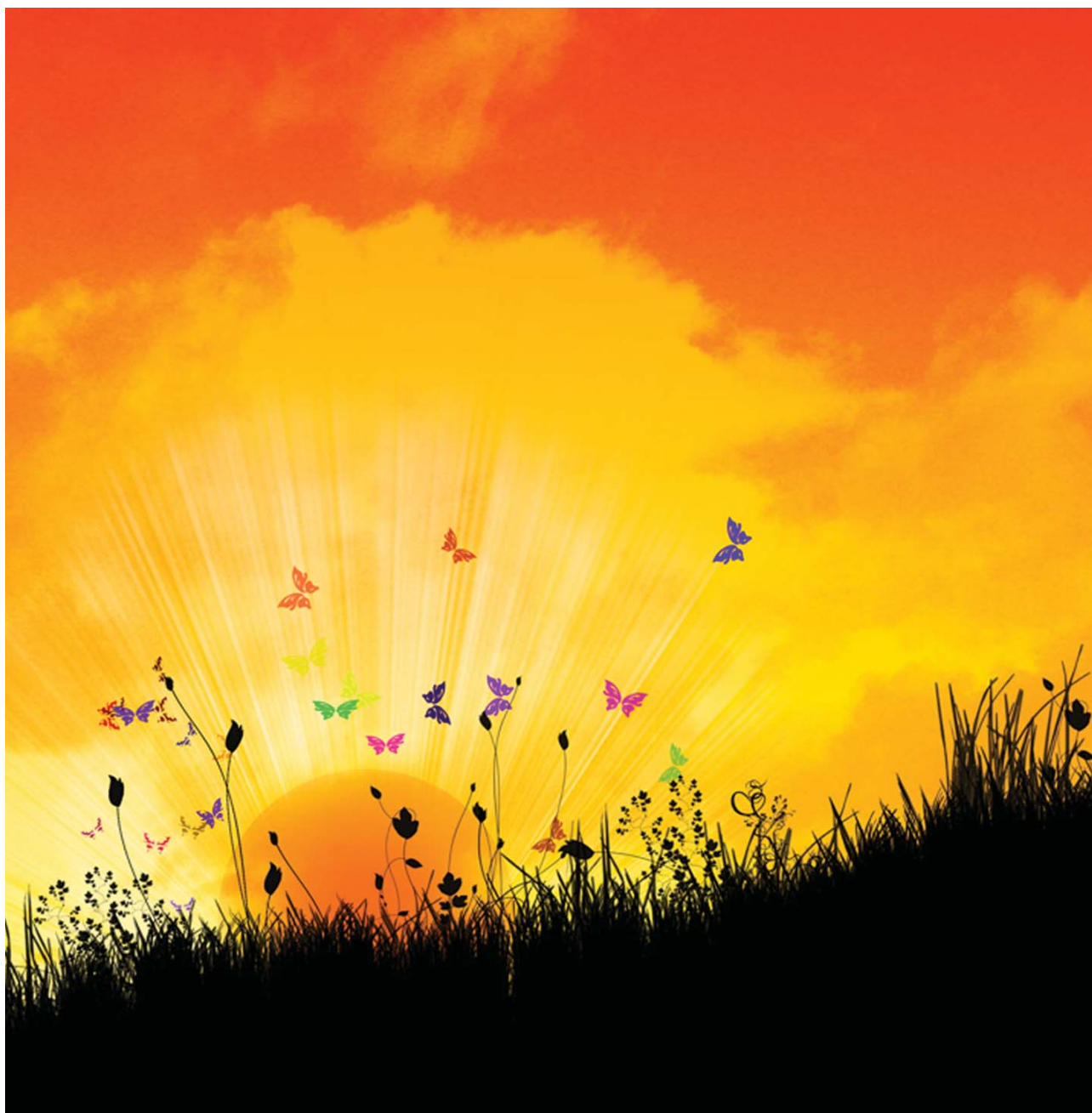
Aplique a chama sobre a conexão para aquecer o tubo e a bolsa da conexão até atingir a temperatura de soldagem.

Retire a chama e alimente com solda um ou dois pontos até ver a solda correr em volta da união. A quantidade correta de solda é aproximadamente igual ao diâmetro da conexão: de 15 a 28 mm. A partir de 35mm aumenta gradativamente até 104mm com quatro vezes o diâmetro do tubo ou para 54mm duas vezes o diâmetro do tubo.

Para conexões com anel de solda não é necessário acrescentar solda.

Remova o excesso de solda com uma flanela enquanto a solda ainda permite.

IMPORTANTE

- *No caso de utilização de conexões com anel de solda, não se deve acrescentar solda externa.*
- *Após a soldagem de conexões e tubos de cobre, deixe que o resfriamento da solda seja natural para evitar trincas devido ao choque térmico.*

Energia solar é para sempre

- Recurso renovável
- Menos carbono na atmosfera
- Energia sustentável
- Benefícios para o meio ambiente
- Vantagens para o País

Realização:

O Procobre (Instituto Brasileiro do Cobre) é uma instituição sem fins lucrativos, mantida por empresas produtoras e transformadoras de cobre, cuja missão é a promoção do uso do cobre, impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de novas aplicações e difundindo sua contribuição ao melhoramento da qualidade de vida e o progresso da sociedade. O Procobre faz parte da ICA (Internacional Copper Association), entidade com sede em New York, encarregada de liderar a promoção do cobre mundialmente.

Apoio:

A Abrava (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) é uma associação civil, sem fins econômicos, que congrega empresas dos setores industrial, comercial, prestação de serviços e profissionais, patrocinando e representando os seus interesses e objetivos, nacional e internacionalmente, com a promoção de suas atividades no desenvolvimento de uma sociedade economicamente sustentável e a qualidade de vida.

O Instituto Ekos Brasil é uma organização da sociedade civil voltada à preservação da biodiversidade e à promoção da sustentabilidade, que atua por meio do desenvolvimento, difusão e implementação de ferramentas técnico-científicas de gestão da sustentabilidade nas atividades produtivas e de manejo de unidades de conservação.

A Agência de Cooperação Técnica Alemã - GTZ (*Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* - GTZ GmbH) é uma empresa do governo alemão para o desenvolvimento sustentável e exerce suas atividades em todo o mundo. É o principal serviço de cooperação técnica internacional e presta serviço para vários órgãos do governo alemão, como o Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ), seu principal cliente. A GTZ tem como objetivo melhorar de forma sustentável as condições de vida das pessoas.

O PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, é um programa do governo brasileiro para estimular a redução do consumo de energia elétrica no país, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e eficiência dos bens e serviços, reduzindo assim os impactos ambientais. Foi criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e conduzido pela Eletrobrás. A principal ação é a concessão do Selo Procel de Economia de Energia, que estimula a fabricação de equipamentos que consomem menos energia elétrica e os identifica para o consumidor, no ato da compra.

Colaboradores:

• Eng. Alexandre Salomão de Andrade • Eng. Antonio Maschietto Junior
• Eng. Carlos Faria • Físico Délcio Rodrigues • Eng. João Guilherme Aguiar
• Eng. Marcos Teixeira • Eng. Rodrigo Falco • Arq. Andréas Nieters

12/10 - 4676 VICTORY 3675-7479

Energia Solar

Energia sustentável contribui para o bem-estar de todos

Realização:

www.procobre.org

Apoio: